

DERWENT-ACC-NO: 2004-208142

DERWENT-WEEK: 200420

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Railroad crossing monitoring apparatus mounted in  
vehicle, has judgement unit which judges whether  
railway  
lines are parallel in image data captured by cameras

PATENT-ASSIGNEE: FUJI HEAVY IND LTD[FUJH] , ZH TETSUDO  
SOGO GIJUTSU  
KENKYUSHO[JAPN]

PRIORITY-DATA: 2002JP-0201360 (July 10, 2002)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES
MAIN-IPC			
JP 2004042737 A	February 12, 2004	N/A	019
B61L 029/00			

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	
APPL-DATE			
JP2004042737A	N/A	2002JP-0201360	July 10, 2002

INT-CL (IPC): B61L029/00, G01B011/00 , G01B011/02 ,  
G06T001/00 ,  
G06T007/60

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2004042737A

## BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A judgment unit judges whether railway lines are parallel in the image data captured by the stereoscopic-cameras (2,3). The distance between them is calculated and compared with actual value to recognize the railway lines in the monitoring area. The setting units (13,13a) set up a railroad crossing region in the monitoring area based on the recognition result.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for rail-road crossing monitoring method.

USE - Monitoring apparatus mounted on vehicle, aircraft and on stationary objects such as support for monitoring the rail-road crossing situation.

ADVANTAGE - Since railway lines are recognized correctly, railroad crossing region is setup appropriately and monitoring precision is improved.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of the rail road crossing monitoring apparatus. (Drawing includes non-English language text).

stereoscopic cameras 2,2a

stereo image processor 8,8a

setting units 13,13a

recognition units 14,14a

monitoring unit 15

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

TITLE-TERMS: RAILWAY CROSS MONITOR APPARATUS MOUNT  
VEHICLE JUDGEMENT UNIT  
JUDGEMENT RAILWAY LINE PARALLEL IMAGE DATA  
CAPTURE CAMERA

DERWENT-CLASS: Q21 S02 T01 T07 W06 X22 X23

EPI-CODES: S02-A03B2; S02-B04; T01-J10B2; T07-B05A; W06-  
B01C9; X22-X;  
X23-B05A;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2004-165273

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-42737

(P2004-42737A)

(43) 公開日 平成16年2月12日(2004.2.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

B 6 1 L 29/00

B 6 1 L 29/00

A

2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

H

5 B 0 5 7

G 0 1 B 11/02

G 0 1 B 11/02

H

5 H 1 6 1

G 0 6 T 1/00

G 0 6 T 1/00

3 1 5

5 L 0 9 6

G 0 6 T 7/60

G 0 6 T 1/00

3 3 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-201360 (P2002-201360)

(22) 出願日 平成14年7月10日 (2002.7.10)

(71) 出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(71) 出願人 000173784

財団法人鉄道総合技術研究所

東京都国分寺市光町2丁目8番地38

(74) 代理人 100101982

弁理士 久米川 正光

(72) 発明者 堀 圭二

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士  
重工業株式会社内

(72) 発明者 太田 勝

東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財  
団法人鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

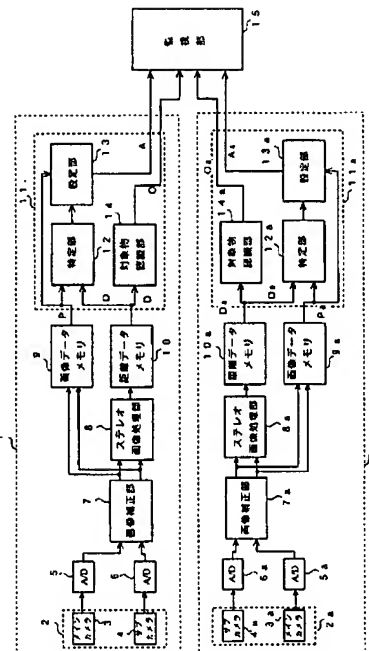
(54) 【発明の名称】 踏切監視装置および踏切監視方法

## (57) 【要約】

【課題】画像平面において鉄道レールを有効に認識することにより、監視領域内に踏切領域を設定する。

【解決手段】ステレオカメラ2、3は、監視領域を含む景色を撮像し、一対の画像データを出力する。ステレオ画像処理部8は、一対の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた距離データを出力する。特定部12は、画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。設定部13は、特定された鉄道レールに基づいて、監視領域内に写し出された対象物を監視すべきものと監視する必要のないものとに分類するための踏切領域を設定する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視装置において、  
監視領域を含む景色を撮像し、一対の画像データを出力するステレオカメラと、  
前記一対の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、  
一フレーム相当の画像データに関する視差群と、当該画像データにより規定される画像平  
面上の座標位置とが対応付けられた距離データを出力するステレオ画像処理部と、  
前記画像データにより規定される画像平面において、前記鉄道レールを特定する特定部と

、  
前記特定された鉄道レールに基づいて、前記監視領域内に写し出された対象物を監視すべ  
きものと監視する必要のないものとに分類するための踏切領域を設定する設定部とを有し

、  
前記特定部は、前記画像平面において、前記鉄道レールの候補となる一対の二次元直線を  
抽出し、前記距離データに基づいて、前記二次元直線のそれぞれに対応する実空間上の三  
次元直線を算出し、当該一対の三次元直線が平行である否かを判断するとともに、前記一  
対の三次元直線が平行であると判断した場合には、前記一対の三次元直線の間隔を算出し  
、当該算出された間隔と、前記鉄道レールの実際の間隔に相当する判定値とを比較するこ  
とにより、前記鉄道レールの候補となる前記一対の二次元直線が前記鉄道レールであるか  
否かを判断することを特徴とする踏切監視装置。

## 【請求項 2】

前記距離データに基づき、前記監視領域内における対象物の認識を行う対象物認識部と、  
前記認識された対象物が前記踏切領域内に存在するか否かを判断するとともに、前記踏切  
領域内に前記対象物が存在すると判断した場合には、当該認識された対象物の監視を行う  
監視部とをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載された踏切監視装置。

## 【請求項 3】

鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視装置において、  
監視領域の一部を含む景色を撮像し、一対の画像データを出力する第 1 のステレオカメラ  
と、

前記鉄道レールを基準として前記第 1 のステレオカメラと同じ側に配置されて、前記第 1  
のステレオカメラと協働することによって前記監視領域を含む景色を撮像し、一対の画像  
データを出力する第 2 のステレオカメラと、

前記第 1 のステレオカメラによって出力される一対の画像データに基づいて、ステレオマ  
ッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と  
、当該画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第 1 の距離  
データを出力する第 1 のステレオ画像処理部と、

前記第 2 のステレオカメラによって出力される一対の画像データに基づいて、ステレオマ  
ッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と  
、当該画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第 2 の距離  
データを出力する第 2 のステレオ画像処理部と、

前記第 1 の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う第 1 の対象物認  
識部と、

前記第 2 の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う第 2 の対象物認  
識部と、

前記第 1 の対象物認識部によって認識される対象物と、前記第 2 の対象物認識部によって  
認識される対象物との情報を統合し、前記踏切内に存在する当該対象物を監視する監視部  
と

を有することを特徴とする踏切監視装置。

## 【請求項 4】

前記第 1 のステレオカメラおよび前記第 2 のステレオカメラは、一箇所にまとめて配置さ  
れていることを特徴とする請求項 3 に記載された踏切監視装置。

## 【請求項 5】

前記第 1 の対象物認識部は、前記第 1 のステレオカメラの位置を基準とした第 1 の三次元座標系に基づき前記対象物を認識し、  
前記第 2 の対象物認識部は、前記第 2 のステレオカメラの位置を基準とした第 2 の三次元座標系に基づき前記対象物を認識するとともに、  
前記監視部は、前記第 1 の三次元座標系および第 2 の三次元座標系のうち少なくとも一方とは異なる第 3 の三次元座標系を規定しており、前記第 1 の対象物認識部によって認識された対象物の座標位置を前記第 1 の三次元座標系から前記第 3 の三次元座標系に座標変換するとともに、前記第 2 の対象物認識部によって認識された対象物の座標位置を前記第 2 の三次元座標系から前記第 3 の三次元座標系に座標変換することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載された踏切監視装置。

10

## 【請求項 6】

前記第 1 のステレオカメラによって出力される画像データにより規定される画像平面において、前記鉄道レールを特定する第 1 の特定部と、  
前記第 2 のステレオカメラによって出力される画像データにより規定される画像平面において、前記鉄道レールを特定する第 2 の特定部と、  
前記第 1 の特定部によって特定された鉄道レールに基づいて、前記監視領域内に、第 1 の踏切領域を設定する第 1 の設定部と、  
前記第 2 の特定部によって特定された鉄道レールに基づいて、前記監視領域内に、第 2 の踏切領域を設定する第 2 の設定部と  
をさらに有することを特徴とする請求項 3 から 5 のいずれかに記載された踏切監視装置。

20

## 【請求項 7】

前記監視部は、前記第 1 の踏切領域と前記第 2 の踏切領域とを含む第 3 の踏切領域を設定し、前記対象物が前記第 3 の踏切領域内に存在するか否かを判断するとともに、前記第 3 の踏切領域内に前記対象物が存在すると判断した場合には、当該対象物の監視を行うことを特徴とする請求項 6 に記載された踏切監視装置。

## 【請求項 8】

監視領域を含む景色を撮像した画像データと、一フレーム相当の前記画像データに関する視差群と前記画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた距離データとに基づき、鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視方法において、  
前記画像データにより規定される画像平面において、前記鉄道レールの候補となる一对の二次元直線を抽出するステップと、  
前記距離データに基づいて、前記二次元直線のそれぞれに対応する実空間上の三次元直線を算出するステップと、  
前記一对の三次元直線が平行である否かを判断するステップと、  
前記一对の三次元直線が平行であると判断した場合には、前記一对の三次元直線の間隔を算出するステップと、  
前記算出された間隔と、前記鉄道レールの実際の間隔に相当する判定値とを比較することにより、前記鉄道レールの候補となる前記一对の二次元直線が前記鉄道レールであるか否かを判断するステップと、  
前記一对の二次元直線が鉄道レールであると判断した場合には、当該一对の二次元直線に基づいて、前記監視領域内に写し出された対象物を監視すべきものと監視する必要のないものとに分類するための踏切領域を設定するステップと  
を有することを特徴とする踏切監視方法。

30

40

## 【請求項 9】

前記距離データに基づき、前記監視領域内の対象物の認識を行うステップと、前記認識された対象物が前記踏切領域内に存在するか否かを判断するステップと、  
前記踏切領域内に前記対象物が存在すると判断した場合には、当該認識された対象物の監視を行うステップとをさらに有することを特徴とする請求項 8 に記載された踏切監視方法。

50

## 【請求項 10】

鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視方法において、  
監視領域の一部を含む景色を撮像し、一対の画像データを出力する第1のステップと、  
前記第1のステップにおいて出力された一対の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、当該画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第1の距離データを出力する第2のステップと、  
前記第1の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う第3のステップと、  
前記鉄道レールを基準として前記第1のステップにおける撮像位置と同じ側において、前記監視領域を含む景色を撮像し、前記第1のステップにおいて出力される一対の画像データと協働することによって、前記監視領域を含む景色を構成する一対の画像データを出力する第4のステップと、  
前記第4のステップにおいて出力された一対の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、当該画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第2の距離データを出力する第5のステップと、  
前記第2の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う第6のステップと、  
前記第3のステップにおいて認識される対象物と、前記第6のステップにおいて認識される対象物との情報を統合し、前記踏切内に存在する当該対象物の監視を行う第7のステップと  
を有することを特徴とする踏切監視方法。

## 【請求項 11】

前記第3のステップは、第1の三次元座標系に基づき前記対象物を認識し、  
前記第6のステップは、前記第1の三次元座標系とは異なる第2の三次元座標系に基づき前記対象物を認識するとともに、  
前記第7のステップは、  
前記第1の三次元座標系および第2の三次元座標系のうち少なくとも一方とは異なる第3の三次元座標系を規定するステップと、  
前記第3のステップによって認識された対象物の座標位置を前記第1の三次元座標系から前記第3の三次元座標系に座標変換するステップと、  
前記第6のステップによって認識された対象物の座標位置を前記第2の三次元座標系から前記第3の三次元座標系に座標変換するステップと  
をさらに有することを特徴とする請求項10に記載された踏切監視方法。

## 【請求項 12】

前記第1のステップにおいて出力される画像データにより規定される画像平面において、前記鉄道レールを特定する第8のステップと、  
前記第4のステップにおいて出力される画像データにより規定される画像平面において、前記鉄道レールを特定する第9のステップと、  
前記第8のステップにおいて特定された鉄道レールに基づいて、前記監視領域内に、第1の踏切領域を設定するステップと、  
前記第9のステップにおいて特定された鉄道レールに基づいて、前記監視領域内に、第2の踏切領域を設定するステップと  
をさらに有することを特徴とする請求項10または11に記載された踏切監視方法。

## 【請求項 13】

前記第7のステップは、  
前記第1の踏切領域と前記第2の踏切領域とを含む第3の踏切領域を設定するステップと、  
前記対象物が前記第3の踏切領域内に存在するか否かを判断するステップと、前記第3の

踏切領域内に前記対象物が存在すると判断した場合には、当該対象物の監視を行うステップと

をさらに有することを特徴とする請求項 1 2 に記載された記載された踏切監視方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視装置および踏切監視方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、所定の監視領域内の状況を監視する監視装置が注目・実用化されている。この監視装置は、車両や航空機等の移動体に搭載され、或いは、支柱等の静止体に固定されている。後者の一例である踏切監視装置に関して、従来は、単眼カメラを用いて、鉄道線路のレール（以下「鉄道レール」という）を含む踏切を撮像し、撮像画像平面における鉄道レールの位置を特定する。そして、予め設定された踏切領域を基準として、自動車や人といった障害物が踏切領域内に立ち入っていないか否かを監視する。例えば、特開平 10-341427 号公報には、2 台の単眼カメラを鉄道レールを介し踏切の対角に設置し、踏切の全範囲を広範囲に監視する監視装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

このような踏切監視装置は、監視領域に写し出された対象物が踏切領域内に立ち込んだか否かによって、対象物を監視すべきものと監視する必要のないものとに分類する。したがって、このような分類を行うための前提として、踏切領域を実空間上に特定する必要がある。しかしながら、従来では、これを手作業で初期設定しなければならず、装置の設置毎にこの作業を行うことは煩雑である。また、このような手作業で踏切領域を初期設定した場合、カメラの経時的な変化に起因する位置ズレなどにより、最初に設定された踏切領域と、実際の踏切とが位置的に対応しなくなり、有効な監視を行えなくなってくる。一方、画像平面上から鉄道レールを認識し、そこから監視領域を設定することも考えられが、単眼カメラのみを用いた監視装置では、鉄道レールを精度よく認識することが難しい。

【0004】

また、この従来技術では、2 台の単眼カメラからの情報を統合して処理を行うため、2 台のカメラの情報を共有する必要があるが、対角に配置された 2 台のカメラを電気的に接続するには、少なくとも鉄道レールを跨ぐ必要がある。既存の鉄道レールに対して、このような監視装置の設置を行うことは、工事の大規模化を招き、経済的な負担も大きいばかりでなく、保守作業の負担が大きくなるなどの問題がある。

【0005】

本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、画像平面において鉄道レールを有効に認識することにより、監視領域内に踏切領域を設定する踏切監視装置および踏切監視方法を提供することである。

【0006】

また、本発明の別の目的は、設置工事や保守作業の煩雑さを低減するとともに、複数のカメラで広範囲に監視を行う踏切監視装置および踏切監視方法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

かかる課題を解決するために、第 1 の発明は、鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視装置において、ステレオカメラと、ステレオ画像処理部と、特定部と、設定部とを有する踏切監視装置を提供する。かかる踏切監視装置において、ステレオカメラは、監視領域を含む景色を撮像し、一対の画像データを出力する。ステレオ画像処理部は、一対の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、画像データにより規定される画像平面上の座標位置と



が対応付けられた距離データを出力する。特定部は、画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。ここで、この特定部は、画像平面において、鉄道レールの候補となる一对の二次元直線を抽出し、距離データに基づいて、二次元直線のそれぞれに対応する実空間上の三次元直線を算出する。そして、特定部は、一对の三次元直線が平行である否かを判断するとともに、一对の三次元直線が平行であると判断した場合には、一对の三次元直線の間隔を算出する。さらに、特定部は、この算出された間隔と、鉄道レールの実際の間隔に相当する判定値とを比較することにより、鉄道レールの候補となる一对の二次元直線が鉄道レールであるか否かを判断する。設定部は、特定された鉄道レールに基づいて、監視領域内に写し出された対象物を監視すべきものと監視する必要のないものとに分類するための踏切領域を設定する。

10

## 【0008】

ここで、第1の発明において、上述の構成に加えて、対象物認識部と、監視部とをさらに有することが好ましい。対象物認識部は、距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う。監視部は、認識された対象物が踏切領域内に存在するか否かを判断するとともに、踏切領域内に対象物が存在すると判断した場合には、認識された対象物の監視を行う。

## 【0009】

第2の発明は、鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視装置において、第1のステレオカメラと、第2のステレオカメラと、第1のステレオ画像処理部と、第2のステレオ画像処理部と、第1の対象物認識部と、第2の対象物認識部と、監視部とを有する踏切監視装置を提供する。かかる踏切監視装置において、第1のステレオカメラは、監視領域の一部を含む景色を撮像し、一对の画像データを出力する。第2のステレオカメラは、鉄道レールを基準として第1のステレオカメラと同じ側に配置されて、第1のステレオカメラと協働することによって監視領域を含む景色を撮像し、一对の画像データを出力する。第1のステレオ画像処理部は、第1のステレオカメラによって出力される一对の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第1の距離データを出力する。第2のステレオ画像処理部は、第2のステレオカメラによって出力される一对の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第2の距離データを出力する。第1の対象物認識部は、第1の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う。第2の対象物認識部は、第2の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う。監視部は、第1の対象物認識部によって認識される対象物と、第2の対象物認識部によって認識される対象物との情報を統合し、踏切内に存在するこの対象物を監視する。

20

30

## 【0010】

ここで、第2の発明において、第1のステレオカメラおよび第2のステレオカメラは、一箇所にまとめて配置されていることが好ましい。

## 【0011】

また、第2の発明において、第1の対象物認識部は、第1のステレオカメラの位置を基準とした第1の三次元座標系に基づき対象物を認識する。また、第2の対象物認識部は、第2のステレオカメラの位置を基準とした第2の三次元座標系に基づき対象物を認識する。また、監視部は、第1の三次元座標系および第2の三次元座標系のうち少なくとも一方とは異なる第3の三次元座標系を規定する。そして、監視部は、第1の対象物認識部によって認識された対象物の座標位置を第1の三次元座標系から第3の三次元座標系に座標変換する。さらに、監視部は、第2の対象物認識部によって認識された対象物の座標位置を第2の三次元座標系から第3の三次元座標系に座標変換する。

40

## 【0012】

また、第2の発明において、上述の構成に加えて、第1の特定部と、第2の特定部と、第1の設定部と、第2の設定部とをさらに有することが好ましい。この第1の特定部は、第

50

1のステレオカメラによって出力される画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。第2の特定部は、第2のステレオカメラによって出力される画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。第1の設定部は、第1の特定部によって特定された鉄道レールに基づいて、監視領域内に、第1の踏切領域を設定する。第2の設定部は、第2の特定部によって特定された鉄道レールに基づいて、監視領域内に、第2の踏切領域を設定する。

#### 【0013】

さらに、第2の発明において、監視部は、第1の踏切領域と第2の踏切領域とを含む第3の踏切領域を設定する。そして、監視部は、対象物が第3の踏切領域内に存在するか否かを判断するとともに、第3の踏切領域内に対象物が存在すると判断した場合には、対象物の監視を行うことが好ましい。

10

#### 【0014】

第3の発明は、監視領域を含む景色を撮像した画像データと、一フレーム相当の画像データに関する視差群と画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた距離データとに基づいて、鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視方法を提供する。かかる踏切監視方法において、まず、画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールの候補となる一对の二次元直線を抽出する。つぎに、距離データに基づいて、二次元直線のそれぞれに対応する実空間上の三次元直線を算出する。つぎに、一对の三次元直線が平行である否かを判断する。そして、一对の三次元直線が平行であると判断した場合には、一对の三次元直線の間隔を算出する。そして、算出された間隔と、鉄道レールの実際の間隔に相当する判定値とを比較することにより、鉄道レールの候補となる一对の二次元直線が鉄道レールであるか否かを判断する。最後に、一对の二次元直線が鉄道レールであると判断した場合には、一对の二次元直線に基づいて、監視領域内に写し出された対象物を監視すべきものと監視する必要のないものとに分類するための踏切領域を設定する。

20

#### 【0015】

ここで、第3の発明において、距離データに基づき、監視領域内の対象物の認識を行い、認識された対象物が踏切領域内に存在するか否かを判断し、踏切領域内に対象物が存在すると判断した場合には、認識された対象物の監視を行うことが好ましい。

#### 【0016】

第4の発明は、鉄道レールの踏切内の状況を監視する踏切監視方法を提供することである。かかる踏切監視方法において、第1のステップは、監視領域の一部を含む景色を撮像し、一对の画像データを出力する。第2のステップは、第1のステップにおいて出力された一对の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第1の距離データを出力する。第3のステップは、第1の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う。第4のステップは、鉄道レールを基準として第1のステップにおける撮像位置と同じ側において、監視領域を含む景色を撮像し、第1のステップにおいて出力される一对の画像データと協働することによって、監視領域を含む景色を構成する一对の画像データを出力する。第5のステップは、第4のステップにおいて出力された一对の画像データに基づいて、ステレオマッチングにより視差を算出するとともに、一フレーム相当の画像データに関する視差群と、画像データにより規定される画像平面上の座標位置とが対応付けられた第2の距離データを出力する。第6のステップは、第2の距離データに基づき、監視領域内における対象物の認識を行う。第7のステップは、第3のステップにおいて認識される対象物と、第6のステップにおいて認識される対象物との情報を統合し、踏切内に存在するこの対象物の監視を行う。

30

40

#### 【0017】

また、第4の発明において、第3のステップは、第1の三次元座標系に基づき対象物を認識する。第6のステップは、第2の三次元座標系に基づき対象物を認識する。そして、第7のステップは、第1の三次元座標系および第2の三次元座標系のうち少なくとも一方と

50

は異なる第3の三次元座標系を規定する。さらに、第7のステップにおいて、第3のステップによって認識された対象物の座標位置を第1の三次元座標系から第3の三次元座標系に座標変換する。また、第7のステップにおいて、第6のステップによって認識された対象物の座標位置を第2の三次元座標系から第3の三次元座標系に座標変換する。

【0018】

ここで、第4の発明において、第8のステップは、第1のステップにおいて出力される画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。第9のステップは、第4のステップにおいて出力される画像データにより規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。そして、次のステップは、第8のステップにおいて特定された鉄道レールに基づいて、監視領域内に、第1の踏切領域を設定する。最後のステップは、第9のステップにおいて特定された鉄道レールに基づいて、監視領域内に、第2の踏切領域を設定する。

をさらに有する

【0019】

さらに、第4の発明において、第7のステップにおいて、まず、1の踏切領域と第2の踏切領域とを含む第3の踏切領域を設定する。つぎに、対象物が第3の踏切領域内に存在するか否かを判断する。そして、第3の踏切領域内に対象物が存在すると判断した場合には、対象物の監視を行う。

【0020】

【発明の実施の形態】

図1は、本実施形態にかかる踏切監視装置のブロック構成図である。この踏切監視装置は、第1の対象物認識ユニット1と、第2の対象物認識ユニット1aと、監視部15とを有し、監視領域内に写し出された踏切領域内に立ち入る対象物（通行車や通行人、或いは、障害物）を監視する。第1の対象物認識ユニット1は、撮像した画像を用いて、踏切領域を設定するためのに必要な鉄道レールを認識するとともに、監視対象である対象物を認識する。また、第2の対象物認識ユニット1aも、第1の対象物認識ユニット1と同様、撮像した画像を用いて、鉄道レールを認識するとともに、対象物を認識する。なお、これらの対象物認識ユニット1、1aにおいて、数字にアルファベットが付された構成要素（2a～14a）は、対応する数字において、アルファベットが付されていない数字の参照符号の構成要素（2～14）と同一である。以下、明細書において、第1の対象物認識ユニット1についてのみ説明を行うが、特に断らない限り、第2の対象物認識ユニット1aについても同様である。すなわち、第2の対象物認識ユニット1aは、以下説明する第1の対象物認識ユニット1の参照符号を、アルファベット付きの参照符号に置き換えることにより理解することができる。

【0021】

第1の対象物認識ユニット1において、ステレオカメラ2は、踏切近傍において、支柱等に固定されており、図2に示すように、監視領域、すなわち、鉄道レールを含む踏切を斜め上方より撮像する。図2に示したように、画像平面には、検出すべき対象物である鉄道レール以外にも、直線状の道路や地平線等も写し出されているため、多数の直線要素が存在する。

【0022】

ステレオカメラ2は、所定の間隔（カメラ基線長）で配置された一対のカメラ3、4を有しており、それぞれのカメラ3、4には、CCDやCMOSセンサ等のイメージセンサが内蔵されている。メインカメラ3は、ステレオ画像処理を行う際に必要な基準画像（右画像）を撮像し、サブカメラ4は、比較画像（左画像）を撮像する。互いの同期が取れている状態において、カメラ3、4から出力された各アナログ画像は、A/Dコンバータ5、6により、所定の輝度階調（例えば、256階調のグレースケール）のデジタル画像に変換される。デジタル化された画像は、画像補正部7において、輝度の補正や画像の幾何学的な変換等が行われる。通常、一対のカメラ3、4の取付位置は、程度の差はあるものの誤差が存在するため、それに起因したずれが左右の画像に生じている。このずれを補正す

るために、アフィン変換等を用いて、画像の回転や平行移動等の幾何学的な変換が行われる。

#### 【0023】

このような画像処理を経て、メインカメラ3より基準画像データが得られ、サブカメラ4より比較画像データが得られる。これらの画像データは、個々に設定された有効画像領域内に含まれる各画素の輝度値（0～255）の集合である。画像データによって規定される画像平面におけるi-j座標系は、画像の左下隅を原点として、水平方向をi座標軸、垂直方向をj座標軸とする。一画像の最小表示単位である一フレーム相当の両画像データは、画像データメモリ9に随時格納される。

#### 【0024】

ステレオ画像処理部8は、基準画像データと比較画像データとに基づいて、一フレーム相当の撮像画像に関して、距離データを算出する。ここで、「距離データ」とは、一フレーム相当の撮像画像より算出される視差dの集合であり、個々の視差dは、画像平面上の位置(i, j)と対応付けられている。それぞれの視差dは、基準画像を構成する所定面積（例えば、4×4画素）の画素ブロック毎に1つ算出される。図3は、基準画像に設定される画素ブロックの説明図である。画素の基準画像領域を、4×4画素の画素ブロックPB<sub>ij</sub>で行列状に分割する。一フレーム相当の撮像画像から、画素ブロックPB<sub>ij</sub>の個数相当の視差群が算出される。周知のように、視差dは、その算出対象である画素ブロックPB<sub>ij</sub>に関する水平方向のずれ量であり、画素ブロックPB<sub>ij</sub>に写し出された対象物までの距離と大きな相関がある。すなわち、画素ブロックPB<sub>ij</sub>内に写し出されている対象物がカメラ3, 4に近いほど、この画素ブロックPB<sub>ij</sub>の視差dは大きくなり、対象物が遠いほど視差dは小さくなる（無限に遠い場合、視差dは0になる）。

#### 【0025】

ある画素ブロックPB<sub>ij</sub>（相関元）に関する視差dを算出する場合、この画素ブロックPB<sub>ij</sub>の輝度特性と相関を有する領域（相関先）を比較画像において特定する。上述したように、カメラ3, 4から対象物までの距離は、基準画像と比較画像との間における水平方向のずれ量として現れる。したがって、比較画像において相関先を探索する場合、相関元となる画素ブロックPB<sub>ij</sub>のj座標と同じ水平線（エピポーラライン）上を探索すればよい。ステレオ画像処理部8は、相関元のi座標を基準に設定された所定の探索範囲内において、エピポーラライン上を一画素ずつシフトしながら、相関元と相関先の候補との間の相関性を順次評価する（ステレオマッチング）。そして、原則として、最も相関が高いと判断される相関先（相関先の候補の内のいずれか）の水平方向のずれ量を、その画素ブロックPB<sub>ij</sub>の視差dとする。

#### 【0026】

2つの画素ブロックの相関は、例えば、シティブロック距離CBを算出することにより評価することができる。数式1は、シティブロック距離CBの基本形を示す。同数式において、p<sub>1ij</sub>は一方の画素ブロックのij番目の画素の輝度値であり、p<sub>2ij</sub>は他方の画素ブロックのij番目の輝度値である。シティブロック距離CBは、位置的に対応した輝度値p<sub>1ij</sub>, p<sub>2ij</sub>対の差（絶対値）の画素ブロック全体における総和であって、その差が小さいほど両画素ブロックの相関が大きいことを意味している。

#### 【数1】

$$CB = \sum |p_{1ij} - p_{2ij}|$$

#### 【0027】

基本的に、エピポーラライン上に存在する画素ブロック毎に算出されたシティブロック距離CBのうち、その値が最小となる画素ブロックが相関先と判断される。このようにして特定された相関先と相関元との間のずれ量が視差dとなる。なお、シティブロック距離CBを算出するステレオ画像処理部8のハードウェア構成については、特開平5-114099号公報に開示されているので、必要ならば参照されたい。このような処理を経て算出された距離データは、距離データメモリ10に随時格納される。

#### 【0028】

マイクロコンピュータ 11 は、CPU、ROM、RAM、入出力インターフェース等で構成されているが、これを機能的に捉えた場合、特定部 12、設定部 13 および対象物認識部 14 を有する。特定部 12 は、画像データメモリ 9 から基準画像データ（以下、単に「画像データ」と称する）P を読み込み、この画像データ P によって規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。そして、この特定された鉄道レールは、設定部 13 に出力される。設定部 13 は、特定された鉄道レールに基づき、監視領域内に、踏切領域 A を設定する。ここで、「踏切領域」とは、監視領域内に写し出された対象物を監視すべきものと監視する必要のないものとに分類するために設定される領域をいい、踏切上の三次元空間として特定される。本実施形態において、踏切領域 A は、設定部 13 によって一義的に設定され、監視部 15 に出力される。一方、対象物認識部 14 は、距離データ D を読み込み、この距離データ D に基づき、監視領域内における対象物 O の認識を行う。そして、この認識された対象物 O は、監視部 15 に出力される。なお、本明細書では、後述する踏切領域 A a との混同を避けるため、この踏切領域 A を「第 1 の踏切領域 A」と称する。同様に、距離データ D a との混同を避けるため、距離データ D を「第 1 の距離データ D」と称する。

#### 【0029】

ここで、第 1 の対象物認識ユニット 1 と第 2 の対象物認識ユニット 1 a との位置的な関係について説明する。第 1 の対象物認識ユニット 1 側のステレオカメラ 2 および第 2 の対象物認識ユニット 1 a 側のステレオカメラ 2 a は、鉄道レールを基準として、同じ側に設けられる。具体的には、一方のステレオカメラ 2 a は、他方のステレオカメラ 2 の近傍に配置されていることが好ましく、図 4 に示すように、これらが一カ所にまとめて配置されていることがより好ましい。ただし、本発明において、それぞれのステレオカメラ 2、2 a は、鉄道レールを基準として、同じ側に設けられていればよく、上述した配置に限定されない。しかしながら、本実施形態に示すように、これらを一カ所にまとめて配置することで、設置工事の小規模化を図るうえで好ましい。同図において、一方のステレオカメラ 2 a は、他方のステレオカメラ 2 とその中央位置（カメラ基線長上の中点）が一致し、かつ、上方向に  $\Delta y$  だけ離間している。また、一方のステレオカメラ 2 a は、他方のステレオカメラ 2 に対して、その視軸が角度  $\theta$  だけ左側に傾けて配置されている。このような取付状態において、それぞれのステレオカメラ 2、2 a は、監視領域内の一部の景色のみを撮像するが、両者が互いに協働することにより、監視領域の全ての景色が網羅される。それ故に、ステレオカメラ 2、2 a は、広範囲な監視領域であっても、それぞれの画角を広げる必要がないので、画像の歪みの発生を抑え、かつ、高い分解能を維持したまま監視領域を撮像することができる。

#### 【0030】

また、第 2 の対象物認識ユニット 1 a 側のマイクロコンピュータ 11 a において、特定部 12 a は、画像データメモリ 9 a から画像データ P a を読み込み、この画像データ P a により規定される画像平面において、鉄道レールを特定する。そして、設定部 13 a は、この特定された鉄道レールに基づき、監視領域内に、踏切領域 A a（以下、「第 2 の踏切領域 A a」と称する）を設定するとともに、この第 2 の踏切領域 A a を監視部 15 に出力する。一方、対象物認識部 14 a は、距離データ D a（以下、「第 2 の距離データ D a」と称する）を読み込み、この読み込まれた第 2 の距離データ D a に基づき、監視領域内における対象物 O a の認識を行うとともに、この認識された対象物 O a を監視部 15 に出力する。

#### 【0031】

ここで、第 1 の対象物認識ユニット 1 側のマイクロコンピュータ 11 は、第 1 の距離データ D に基づき、周知の座標変換式によって実空間上の位置を特定するための、第 1 の三次元座標系を規定している。この第 1 の三次元座標系は、ステレオカメラ 2 の位置を基準とし、このステレオカメラ 2 の中央真下（地面）を原点とし、天頂方向を y 1 軸、この y 1 軸に垂直な平面を規定する直交座標系を x 1 軸、z 1 軸とする。このとき、この z 1 軸は、カメラ 3、4 の視線方向と一致する。また、第 2 の対象物認識ユニット 1 a 側のマイク

ロコンピュータ 11 a は、第 1 の距離データ D に基づき、周知の座標変換式によって実空間上の位置を特定するための、第 2 の三次元座標系を規定している。この第 2 の三次元座標系は、ステレオカメラ 2 a の位置を基準とし、このステレオカメラ 2 a の中央真下（地面）を原点とし、天頂方向を y 2 軸、この y 2 軸に垂直な平面を規定する直交座標系を x 2 軸、z 2 軸とする。このとき、この z 2 軸は、カメラ 3 a, 4 a の視線方向と一致する。

#### 【0032】

再び図 1 を参照して、監視部 15 は、第 1 の対象物認識ユニット 1 側の対象物認識部 14 によって認識される対象物 O と、第 2 の対象物認識ユニット 1 a 側の対象物認識部 14 a によって認識される対象物 O a との情報を統合する。そして、踏切内に存在する対象物が監視される。このとき、監視部 15 は、各々独立した三次元座標系で認識される対象物 O と対象物 O a との情報を統合するため、これらの第 1 および第 2 の三次元座標系のうち少なくとも一方とは異なる第 3 の三次元座標系を規定する。換言すれば、一方の対象物認識部 14 によって認識された対象物の座標位置が第 1 の三次元座標系から第 3 の三次元座標系に座標変換されるとともに、他方の対象物認識部 14 a によって認識された対象物の座標位置が第 2 の三次元座標系から第 3 の三次元座標系に座標変換される。ここで、この第 3 の三次元座標系に座標変換されたそれぞれの対象物 O, O a を対象物 O o と称する。そして、この第 3 の三次元座標系に基づき、第 1 の踏切領域 A と第 2 の踏切領域 A a とを含む第 3 の踏切領域が設定され、対象物 O o がこの第 3 の踏切領域に存在する場合には、この対象物 O o が監視される。

#### 【0033】

図 5 は、踏切領域の設定手順を示したフローチャートである。本ルーチンは、所定間隔で呼び出され、マイクロコンピュータ 11, 11 a のそれぞれにより実行される。以下、重複説明を避けるため、特に断らない限り、第 1 の対象物認識ユニット 1 側のマイクロコンピュータ 11 における、第 1 の踏切領域 A の設定手順を説明する。

#### 【0034】

まず、ステップ 1 において、特定部 12 は、1 フレーム相当の画像データ P を読み込み、この画像データ P によって規定される画像平面上に存在する直線要素を抽出する。これにより、鉄道レール、道路および地平線を構成するすべての直線要素が抽出される。そして、図 6 に示すように、抽出した直線要素の中から任意の組み合わせで、鉄道レールの候補となる一対の二次元直線 L 1, L 2 が特定される。特定された一対の二次元直線 L 1, L 2 は、その傾き ( $\Delta j / \Delta i$ ,  $\Delta$ : 増加量) と j 切片 (直線での  $i = 0$  に対応する j 座標値) などのパラメータによりそれぞれ規定される。

#### 【0035】

ここで、直線要素の抽出手法とは、周知の直線抽出手法、たとえば画像の微分・二値化処理、Hough 変換（ハフ変換）、テンプレートマッチングなどの手法が挙げられる。一例としてのハフ変換は、「直線は原点からの距離 ( $\rho$ ) と X 軸から見た傾き ( $\theta$ ) をパラメータとすることにより一意に決定できる。」という論理に基づくものであり、画像空間から、 $\rho$ ,  $\theta$  を軸とするハフ空間（パラメータ空間）への変換である。このハフ変換は、基準画像を微分・二値化したあとに「1」の値を持つ画素に対し、その点 ( $x$ ,  $y$ ) を通るすべての直線を示すハフ空間上のすべての座標点、すなわち、以下の数式 2 に示す曲線上のすべての点への投票処理で定義される。

#### 【数 2】

$$\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$

#### 【0036】

特定部 12 は、まず画像を順次ラスタ走査し、ハフ変換の対象画素であるかどうか、すなわち、走査中の画素が「1」の値を持つかどうか判定する。判定の結果、対象画素であると判定された画素について、投票処理が実行される。投票処理の過程では、 $\theta$  を 0 から  $\pi$  まで変化させながら、それぞれの  $\theta$  に対する  $\rho$  が数式 2 から求められ、ハフ空間 ( $\theta - \rho$  空間) における該当座標のメモリが順次 +1 されていく。以上の処理が全画素について

行われ、この後、投票数が所定のしきい値よりも大きくなったハフ空間上の点が全て抽出され、これらの点の $\theta - \rho$ 値が直線パラメータとして出力される。そして、特定部12は、ハフ変換を終了する。

#### 【0037】

ステップ2において、特定部12は、鉄道レールの候補として特定された一対の二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ の実空間上における間隔を算出する。図7は、図5に示すステップ2における間隔算出処理の詳細な手順を示すフローチャートである。まず、ステップ20において、一対に二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ に対応する実空間上での一対の三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ が算出される。これらを算出するために、まず、一方の二次元直線 $L_1$ における画像上での任意の2点 $p_1(i_1, j_1)$ 、 $p_2(i_2, j_2)$ を特定し、これら2点 $p_1$ 、 $p_2$ に対応する実空間上（第1の三次元座標系）での位置 $P_1(x_{p1}, y_{p1}, z_{p1})$ 、 $P_2(x_{p2}, y_{p2}, z_{p2})$ を特定する。そして、特定された2点 $P_1$ 、 $P_2$ を通るような直線が三次元直線 $L_1'$ として算出される。ここで、二次元直線 $L_1$ における画像上の任意の2点としては、例えば、二次元直線 $L_1$ を三等分するような点が挙げられる。また、実空間上のそれぞれの位置 $P_1$ 、 $P_2$ は、周知の座標変換式を用いて、画像上の $p_1$ 、 $p_2$ の座標位置と、これに対応する距離 $D$ データとにより一義的に特定される。そして、これと同様の手法により、他方の二次元直線 $L_2$ についても三次元直線 $L_2'$ が特定される。

#### 【0038】

ステップ21において、一対の三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ の平行度、すなわち、三次元直線 $L_1'$ と三次元直線 $L_2'$ との平行の度合いが算出される。三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ の平行度は、三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ それぞれの方向ベクトルのなす角 $\theta$ により評価される。

#### 【0039】

ステップ22において、方向ベクトルのなす角 $\theta$ と所定の判定値 $\theta_0$ とを比較することにより、その三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ が平行であるか否かが判断される。本実施形態では、算出された $\theta$ の値が判定値 $\theta_0$ よりも小さい場合に、これらの三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ が平行であると判断される。このステップ22で肯定判定された場合、すなわち、平行であると判断された場合には、ステップ23に進み、三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ の間隔 $D$ が算出される。これらの三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ は既に特定されており、周知の幾何学的手法により、間隔 $D$ は特定される。一方、このステップで否定判定された場合、すなわち、平行でないと判断された場合、ステップ24に進み、三次元直線 $L_1'$ 、 $L_2'$ の間隔は、「算出不能」として出力される。

#### 【0040】

そして、ステップ2に続くステップ3において、特定部12は、この間隔 $D$ と鉄道レールの実際の間隔に相当する判定値 $D_0$ （例えば、狭軌なら1067（mm）、標準軌なら1435（mm））とを比較することにより、これら二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ が鉄道レールであるか否かを判断する。本実施形態では、例えば、 $D$ と $D_0$ との差 $\delta$ （ $\delta = |D - D_0|$ ）の値が許容範囲内である場合に、二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ が鉄道レールであると判断される（例えば、 $\delta < 10$ （mm）なら鉄道レールである）。なお、ステップ24の処理において、間隔 $D$ が「算出不能」として出力されている場合には、特定部12は、自動的に、このときの直線 $L_1$ 、 $L_2$ を鉄道レールではないと判断する。

#### 【0041】

ステップ3において、肯定判定された場合、特定部12は、二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ を鉄道レールと判断し、それぞれの二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ を鉄道レールとして認識する（ステップ4）。そして、画像平面において、これらの二次元直線 $L_1$ 、 $L_2$ を規定するパラメータ（例えば、傾きと $j$ 切片、或いは、画像上の直線 $L_1$ 、 $L_2$ 端部の座標位置など）によって、鉄道レールがそれぞれ規定される。

#### 【0042】

一方、ステップ3において、否定判定された場合、特定部12は、これらの二次元直線 $L$

1, L2が鉄道レールではないと判断し、ステップ1に戻り、異なる組み合わせの二次元直線L1, L2を新たに特定する。そして、ステップ3において、肯定判定されるまで、抽出された直線要素の組み合わせに相当する所定回数、上述したステップ1~3の処理が繰り返して実行される。なお、この処理を所定回数繰り返して実行しても、鉄道レールと判断される二直線L1, L2が存在しない場合には、特定部12は、認識不能として、この画像を不適と判断するとともに、次の処理対象のフレームに移ることが好ましい。

#### 【0043】

なお、ステップ4で鉄道レールが認識された後に、特定部12は、処理対象としている画像データPにおいて、残りの直線要素について、上述のルーチンを複数回繰り返して実行させてもよい。これにより、図4に示すように、認識すべき鉄道レールが複線（あるいは、複線以上）であっても、この特定部12は、これらの鉄道レールを見落としなく、かつ、混同することなく認識することができる。

10

#### 【0044】

そして、ステップ5において、設定部13は、この特定された鉄道レールに基づき、第1の踏切領域Aを設定する。以下、例示的な踏切領域の設定手順について説明する。まず、画像データメモリ9から、画像データPが読み込まれる。そして、この読み込まれた画像データPにより規定される画像平面において、認識された鉄道レールが特定される。そして、鉄道レールに対応する実空間上での一対の三次元直線を求めることにより、この鉄道レールの実空間上（第1の三次元座標系）の位置が特定される。そして、図8に示すように、まず、この鉄道レールと同一な平面上において、鉄道レールの軌道外側にそれぞれ幅Wを加え、かつ、鉄道レール延在方向に距離Lを考慮した、平面領域（図中、破線でハッチングされた領域）が設定される。そして、この平面領域に、通行する車両の車高や通行人の身長などを考慮した高さ方向（図示せず）を加味することで、三次元空間としての第1の踏切領域Aが設定される。

20

#### 【0045】

ここで、上述した設定手順において、「鉄道レールと同一な平面」は、一対の三次元直線の共通平面として一義的に特定可能である。また、「平面領域」は、まず、一対の三次元直線と同一平面上において、これら一対の三次元直線を基準とし、それらの直交方向に任意の幅Wをそれぞれ加算する。そして、この三次元直線の延在方向に、踏切の長さを十分カバーするように決定された距離Lを、踏切が存在するであろう位置を基準として設定することで、この平面領域が特定される。なお、監視領域内において、複数の鉄道レールが存在している場合、設定部13は、最も外側のレール対にのみ注目して、それらの内側にあるエリアをすべて第1の踏切領域Aとして設定することが好ましい。これにより、踏切全域をカバーするように第1の踏切領域Aが設定される。

30

#### 【0046】

本実施形態において、第1の対象物認識ユニット1側の設定部13は、図9に示すように、認識された複数の鉄道レール（複線）に基づき、上述した手順にそって第1の踏切領域Aを設定する（高さ方向は図示せず）。ただし、実際には、ステレオカメラ2の画角範囲に応じて、認識可能な領域が狭められるため、この平面領域は、実質的には略台形状となっている。そして、この平面領域に高さ方向を加味することで、第1の踏切領域Aが設定される。設定部13は、この空間を規定するパラメータ（この第1の踏切領域Aを画定する代表的な座標位置など）により、この第1の踏切領域Aを規定する。また、同様に、第2の対象物認識ユニット1a側の設定部13aも、図9に示すように、認識された複線の鉄道レールに基づき、第2の踏切領域Aaを設定する（高さ方向は図示せず）。

40

#### 【0047】

一方、対象物認識部14（第1の対象物認識ユニット1側）は、距離データメモリ10から第1の距離データDを読み出し、この第1の距離データDに基づき、対象物Oの認識を行う。例えば、対象物認識部14は、第1の距離データDを格子状に所定の間隔で区分し、区分毎に対象物Oのデータを抽出してヒストグラムを作成する。そして、このヒストグラムから各区分を代表する対象物Oの存在位置と、その距離とが求められる。区分毎の距

50



離が画像の左から右へ順次比較されて、前後方向および横方向の距離が接近しているものがグループとしてまとめられる。各グループについてデータの並び方向がチェックされ、この並び方向が大きく変化する部分でグループが分割されるとともに、第1の距離データDの並び方向から個々のグループが対象物Oとして認識される。そして、グループを規定するパラメータ（平均距離、および、（左右）端部の位置など）により、対象物Oが特定される。また、同様に、対象物認識部14a（第2の対象物認識ユニット1a側）によって、対象物Oaが認識される。

【0048】

図10は、踏切領域の監視手順を示したフローチャートである。ステップ1において、監視部15は、第1の踏切領域Aおよび第2の踏切領域Aaをそれぞれ取得し、これを第3の三次元座標系に座標変換し、第3の踏切領域を設定する。監視部15は、例えば、第3の三次元座標系を、ステレオカメラ2、2aの中央真下を原点として定義する。そして、天頂方向をy3軸とし、このy3軸に垂直な平面を規定する直交座標系を、x3軸およびz3軸とする。ここで、x3軸は、x1軸とx2軸との2等分方向と一致し、z3軸は、z1軸とz2軸との2等分方向と一致する。この第3の三次元座標系において、監視部15は、以下に示す数式3に基づき第1の踏切領域Aを第3の三次元座標系に座標変換し、数式4に基づき第2の踏切領域Aaを第3の三次元座標系に座標変換する。

【数3】

$$\begin{aligned} x_3 &= x_1 \cos(-\theta/2) - z_1 \sin(-\theta/2) \\ y_3 &= y_1 \\ z_3 &= x_1 \sin(-\theta/2) + z_1 \cos(-\theta/2) \end{aligned}$$

【0049】

【数4】

$$\begin{aligned} x_3 &= x_2 \cos(\theta/2) - z_2 \sin(\theta/2) \\ y_3 &= y_2 \\ z_3 &= x_2 \sin(\theta/2) + z_2 \cos(\theta/2) \end{aligned}$$

【0050】

そして、この第3の三次元座標系において、第1の踏切領域Aと第2の踏切領域Aaとを含む領域が、第3の踏切領域（破線で示す矩形領域）として設定される。

【0051】

つぎに、ステップ2において、監視部15は、対象物認識部14、14aのどちらか一方から対象物Oまたは対象物Oaが出力されたか否かを判断する。このステップ2において、肯定判定された場合、監視部15は、これを取得する。監視部15は、これらの対象物認識部14、14aのどちらからデータを取得したか把握しており、これに基づき、取得した対象物を数式3、または、数式4により、第3の三次元座標系に座標変換する（ステップ3）。この処理を行うことで、監視部15は、対象物認識部14、14aによって認識される対象物O、Oaの情報を統合し、踏切内に存在する対象物Ooの位置を理解することができる。一方、このステップ2で、否定判定された場合、監視部15は、監視領域内に対象物が存在しないと判断し、このルーチンを抜ける。

【0052】

ステップ3に続くステップ4において、監視部15は、この認識された対象物Ooが第3の踏切領域内に存在するか否かを判断する。このステップで肯定判定された場合、ステップ5において、監視部15は、監視すべき第3の踏切領域内に対象物Ooが存在すると判断し、警報が必要と判定された場合、モニタやスピーカ等の警報装置により、通行人等に注意を促す。また、監視部15は、鉄道レール上を走行する鉄道車両に注意を促したり、或いは、制御（停止や減速）したりしてもよい。一方、このステップで否定判定された場合、監視部15は、第3の踏切領域内に対象物Ooが存在しないと判断し、このルーチンを抜ける。

【0053】

以上説明したように、本実施形態では、ステレオカメラを2台使用しても、一箇所にまと

めて設定しているので、工事作業の大規模化の低減を図り、また、保守作業の負担を軽減することができる。また、鉄道レールの位置を画像から検出し、この検出された鉄道レールを基準にして監視領域を自動的に設定するので、監視エリアの設定・入力の手間を省くことができる。また、装置の位置ずれなどが生じた場合であっても、監視エリアは鉄道レールに基づき決定されているので、監視エリアは常に適正に維持され、踏切監視装置の信頼性の向上に寄与する。

#### 【0054】

なお、本実施形態では、ステレオカメラは2台、すなわち、対象物認識ユニットは2つ設けられたが、それ以上の対象物認識ユニットからなる踏切監視装置であっても、同様の効果を奏する。

10

#### 【0055】

なお、この監視部15は、第3の踏切領域を通る通行者や車両を監視するだけでなく、この設定された第3の踏切領域に基づき、ステレオカメラ2、2aの撮影領域の調整を行うこともできる。例えば、監視部15は、鉄道レールより特定された第3の踏切領域に基づき、この第3の踏切領域がステレオカメラの撮像領域の中央に位置するように、ステレオカメラ2、2aの向きを変えるなどである。これにより、保守作業の負担のより一層軽減することができる。

#### 【0056】

また、本実施形態において、マイクロコンピュータ11、11aは、それぞれが独立した三次元座標系を考慮して、監視部15においてこれを統合して処理をおこなっている。しかしながら、マイクロコンピュータ11、11aは、予め両者共通の三次元座標系を考慮して、それぞれの処理を実行してもよい。この場合、監視部15は、取得した対象物を座標変換することなく、その対象物に関する情報を統合することができるので好ましい。

20

#### 【0057】

また、踏切領域の設定手法としては、画像平面において、認識された鉄道レール端部に所定のマージンを加味した平面を特定し、この平面を実空間上に展開し、これに高さ方向を加えることにより、踏切領域を設定してもよい。

#### 【0058】

さらに、本実施形態において、ステレオカメラ2、2aの配置は、例示的であり、鉄道レールを境に同じ側に設けられて、それぞれのカメラが協働することにより、監視領域を含む全ての景色が撮像できればよい。また、これにともない、監視部15によって設定される第3の三次元座標系の設定位置も、上述した記載に限定されるものではない。

30

#### 【0059】

##### 【発明の効果】

このように、本発明では、撮像画像において、これに距離データを考慮することで、鉄道レールを正確に認識することができるので、認識された鉄道レールに基づき、踏切領域を設定することができる。これにより、踏切領域は、踏切上に適正に維持されるので、監視精度における信頼性の向上を図ることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態にかかる踏切監視装置のブロック構成図

40

【図2】1フレームの画像を示す説明図

【図3】基準画像に設定される画素ブロックの説明図

【図4】ステレオカメラの位置を示す説明図

【図5】踏切領域の設定手順を示すフローチャート

【図6】鉄道レールを認識過程を説明するための画面を示す図

【図7】図5に示すステップ2における間隔算出処理の詳細な手順を示すフローチャート

【図8】踏切領域を示す説明図

【図9】踏切領域の別な例を示す説明図

【図10】踏切領域の監視手順を示したフローチャート

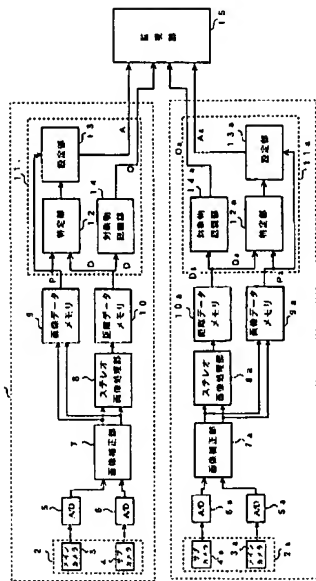
【符号の説明】

50

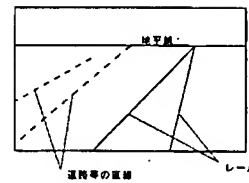
- 1, 1 a 対象物認識ユニット
- 2, 2 a ステレオカメラ
- 3, 3 a メインカメラ
- 4, 4 a サブカメラ
- 5, 5 a A/Dコンバータ
- 6, 6 a A/Dコンバータ
- 7, 7 a 画像補正部
- 8, 8 a ステレオ画像処理部
- 9, 9 a 画像データメモリ
- 10, 10 a 距離データメモリ
- 11, 11 a マイクロコンピュータ
- 12, 12 a 特定部
- 13, 13 a 設定部
- 14, 14 a 対象物認識部
- 15 監視部

10

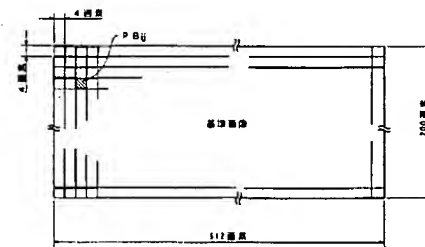
【図 1】



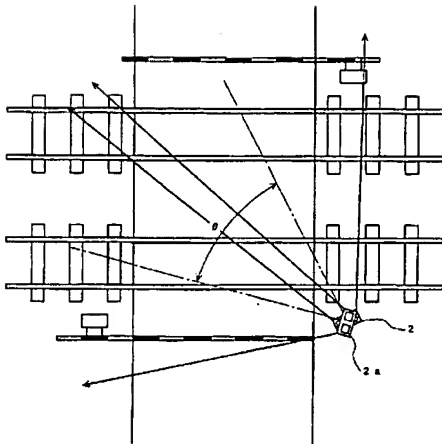
【図 2】



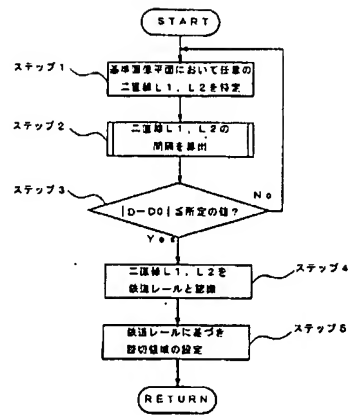
【図 3】



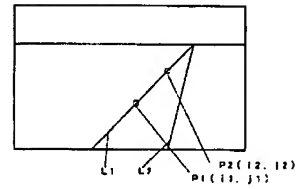
【図 4】



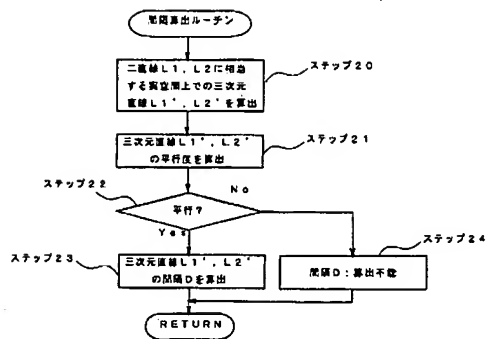
【図 5】



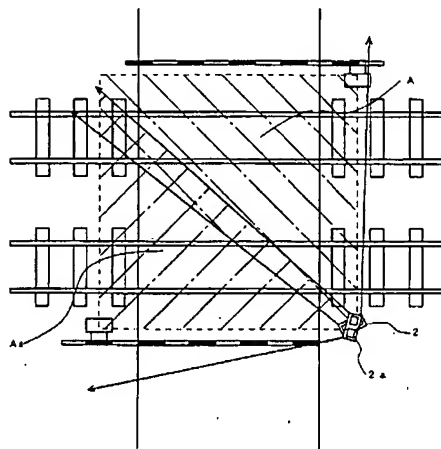
【図 6】



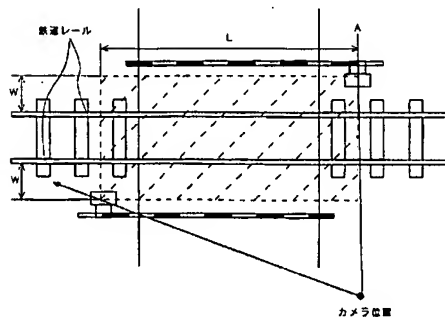
【図 7】



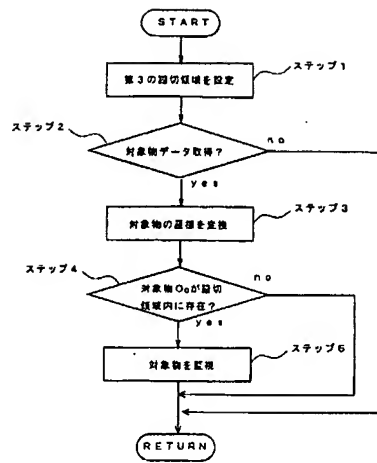
【図 9】



【図 8】



【図 10】



---

フロントページの続き(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード (参考)

G O 6 T 7/60 1 8 0 B

F ターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA07 AA14 AA22 BB12 CC35 DD00 FF05 FF26  
GG10 JJ03 JJ05 JJ08 JJ26 MM26 PP01 QQ03 QQ24 QQ38  
RR05 SS13 UU05  
5B057 AA16 AA19 BA02 BA24 DA07 DA15 DB03 DC02 DC08 DC33  
DC36  
5H161 MM05 MM14 NN10 PP06  
5L096 AA09 BA02 CA05 DA02 DA03 FA03 FA66 FA67